

Penerapan Ilmu Matematika dalam Perlindungan Kehidupan Terhadap Risiko

Pramono Sidi

PENDAHULUAN

Indonesia terletak di wilayah Asia Tenggara yang tergabung dalam kelompok Negara ASEAN, terdiri atas sekitar 13.000 (tiga belas ribu pulau) dengan populasi penduduk sekitar 250 juta jiwa, dengan berbagai macam budaya dan agama. Keadaan lingkungan ekonomi di dalam negeri diantaranya perbankan dan sektor riil, seperti pasar modal, industri-industri asuransi dan dana pensiun dibawah supervisi dari Kementerian Keuangan, yang terbuka untuk para pelaku internasional.

Masyarakat perkotaan sering disebut *urban community* berbeda dibandingkan dengan masyarakat di pedesaan, terutama pada sifat dan ciri-ciri kehidupannya. Ciri yang menonjol pada masyarakat perkotaan, diantaranya orang kota pada umumnya dapat mengurus dirinya sendiri tanpa harus bergantung pada orang lain, baik manusia perorangan atau individu, perubahan-perubahan sosial tampak dengan nyata di perkotaan, sebab perkotaan biasanya terbuka dalam menerima pengaruh dari luar, membagi waktu yang lebih teliti dan sangat penting, untuk dapat mengejar kebutuhan individu, mempunyai kesempatan berinteraksi lebih banyak berdasarkan pada faktor kepentingan dari pada faktor pribadi, lebih membutuhkan adanya keamanan dan kenyamanan dalam kehidupan mereka sebagai konsekuensi kesibukan keseharian mereka.

Pertumbuhan ekonomi, pendidikan yang lebih tinggi, pemikiran lebih maju, lingkungan semakin kompleks menyebabkan perkembangan pola atau gaya hidup masyarakat perkotaan di Indonesia saat ini sudah mulai berubah, yaitu menuju ke kesadaran bahwa hidup manusia selalu mengandung risiko. Besar kecilnya risiko tergantung dari perilaku masyarakat itu sendiri. Salah satu yang terlihat signifikan adalah kesadaran masyarakat tentang bagaimana mereka meminimalkan risiko yang mereka anggap penting agar dapat menjalani kehidupan yang lebih baik. Menjawab akan kebutuhan ini, Kementerian Keuangan, mulai membuka perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam pertanggungan terhadap risiko dan lembaga-lembaga

pendidikan seperti universitas, akademi, sekolah tinggi, menawarkan program studi yang terkait dengan kebutuhan tersebut.

Saat ini, Indonesia mempunyai sekitar 100 perusahaan asuransi jiwa yang hanya bisa melayani sekitar 10% dari populasi penduduk, sedangkan untuk perusahaan asuransi umum/kerugian mempunyai sekitar 200 perusahaan dalam pasar asuransi domestik. Disinilah peran penerapan ilmu matematika sangat diperlukan, baik di negara maju maupun negara berkembang saat ini dalam ilmu aktuaria, yang mempelajari pertanggungjawaban/jaminan terhadap risiko, dan orang yang mempunyai profesi menjalankannya disebut dengan aktuaris.

Para aktuaris tersebut sebagian besar bekerja pada perusahaan asuransi, perusahaan-perusahaan konsultan yang melayani dana pensiun dan manfaat pegawai, perusahaan re-asuransi, Kementerian Keuangan, maupun sebagai dosen (sebagai pekerjaan tambahan). Kebutuhan akan tenaga aktuaris diharapkan akan meningkat di waktu yang akan datang, khususnya dalam industri asuransi kerugian, perusahaan-perusahaan konsultan yang melayani dana pensiun dan manfaat pegawai, serta lapangan pekerjaan yang melayani jaminan sosial. Para aktuaris, dalam hal ini aktuaris asuransi jiwa di Indonesia bernaung dalam suatu wadah organisasi profesi yang bernama Persatuan Aktuaris Indonesia (PAI).

Kembali pada profesi aktuaris, berikut akan dijelaskan dengan singkat tentang sejarahnya dan dasar-dasar teori dari ilmu yang mendasari kerja tenaga profesi tersebut (Djojosugito, 2006).

SEJARAH DAN DASAR TEORI DALAM ILMU AKTUARIA

Ilmu Aktuaria adalah ilmu yang mengaplikasikan metode matematika dan ilmu statistika untuk menaksir risiko dalam industri asuransi dan keuangan.

Aktuaris adalah seorang ahli yang dapat mengaplikasikan ilmu keuangan dan teori statistik untuk menyelesaikan persoalan-persoalan bisnis aktual atau bahasa yang mudah untuk memahami fungsi Aktuaria adalah seseorang yang ahli dibidang matematika yang berhubungan dengan asuransi. Persoalan-persoalan dimaksud adalah persoalan yang umumnya menyangkut analisis kejadian masa depan yang berdampak pada segi finansial, khususnya yang berhubungan dengan besar pembayaran pada masa depan dan kapan pembayaran dilakukan pada waktu yang tidak pasti.

Oleh sebab itu untuk mengukur risiko yang terkait dengan finansial, seorang Aktuaris membutuhkan yang namanya alat pengukur risiko yang biasa digunakan oleh para perusahaan asuransi diantaranya adalah *Tabel Anuitas, Tabel Mortalitas, Tabel Morbiditas, dan Statistika lainnya*.

Profesi bidang Aktuaria berdiri tahun 1889 di Amerika Utara dikenal sebagai Masyarakat Aktuaria Amerika (*Actuarial Society of America*), tapi baru dikenal banyak orang, sekitar seratus tahun kemudian. Masyarakat profesi ini tumbuh dari Inggris yang telah mempunyai Institut Aktuaria di London yang didirikan tahun 1848, serta Fakultas Aktuaria di Edinburgh yang didirikan tahun 1856.

Berbagai macam organisasi profesi aktuaria bermunculan di Amerika, tetapi akhirnya mereka bergabung menjadi satu organisasi yang besar yang disebut Masyarakat Aktuaris (*Society of Actuaries* disingkat SOA). Selain itu ada organisasi lainnya yang menamakan dirinya Masyarakat Aktuaris Pensiun Amerika (*America Society of Pension Actuaries*). Sejalan dengan semakin rumitnya pekerjaan Aktuaris maka ilmu aktuaria pun seperti ilmu-ilmu yang lain, menjadi lebih terspesialisasi. Oleh karena itu, konsep-konsep dasar ilmu aktuaria seharusnya dipahami benar-benar agar dapat mengantisipasi masalah yang dihadapi oleh para profesional aktuaria.

Peran aktuaris disini sangatlah unik, mereka harus mengerti tentang sistem keamanan finansial secara umum, sebagai disainer, penterjemah, penyeleksi masalah, estimator risiko, inovator dan teknisi dari perubahan sistem keamanan finansial secara kontinyu. Diantara para ahli, antara lain ahli ekonomi, akuntan, hukum, sosiologi, politik, administrasi, pembuat peraturan, pemasaran, keahlian aktuaris harus berkaitan dengan kemampuan lain jika sistem keamanan finansial dilaksanakan agar akibat-akibat finansial dan risiko ekonomi berhasil diminimalkan. Sebagian besar sistem asuransi adalah sistem keamanan finansial tetapi tidak semua sistem keamanan finansial adalah asuransi (misal yang lainnya adalah program rencana pensiun, sistem kesejahteraan sosial dan lain-lain).

Gelar aktuaris di Indonesia atau *Fellow Society of Actuaries of Indonesia* (FSAI) diberikan oleh Persatuan Aktuaris Indonesia (PAI) setelah seorang individu menempuh 10 mata ujian yang diujikan. Pada umumnya aktuaris di Indonesia memiliki latar belakang pendidikan dari FMIPA Matematika maupun Statistika.

Beberapa konsep dasar ilmu aktuaria antara lain Risiko Ekonomi, Variabel Random, Nilai uang berdasarkan waktu (*Time Value of Money*),

Model Asuransi Individu, Model Asuransi Kelompok, Klasifikasi, Seleksi dan Anti Seleksi serta Asumsi Konservatisme dan *Adjustment*, dalam tulisan ini hanya akan menyajikan sampai dengan Model Asuransi Kelompok/kumpulan.

Industri asuransi merupakan potensi sumber daya dan sumber dana dalam negeri yang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini berbeda jika dibandingkan manufaktur dan perkembangan industri perbankan yang berjalan cukup pesat. Padahal industri asuransi dengan segala aspek dan bentuknya sangat luas pengaruhnya terhadap aktivitas perekonomian pada umumnya. Karena selain sebagai penghimpun sekaligus pengerah dana masyarakat melalui akumulasi premi yang diinvestasikan pada pelbagai aktivitas ekonomi guna menunjang pembangunan dan merupakan lembaga yang memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat juga merupakan objek bagi pemasukan keuangan Negara.

Risiko Ekonomi

Ada dua sisi yang berbeda dalam mengartikan risiko, disatu sisi bisa berarti kerugian dan disisi lain berarti ketidakpastian. Pencurian, penggelapan dan keputusan pengadilan yang bersifat merugikan sehingga menyebabkan kerugian kekayaan yang merupakan bentuk langsung dari kerugian ekonomi. Sedangkan kematian, cacat, pemecatan dan pengangguran merupakan bentuk-bentuk kerugian pendapatan. Konsep risiko dalam pasar uang secara esensial sama dengan risiko *downside* (alokasi asset portofolio yang berkaitan dengan probabilitas penurunan harga asset. Hubungan demikian disebut risiko *downside* atau dalam saham atau *bond*, sedang risiko dalam arti ketidakpastian adalah pertarungan mengambil kesempatan meskipun nampaknya tidak ada peluang keuntungan dan harus mencari suatu kepuasan mengganti kerugian akibat peluang ekonomi negatif. Portofolio sendiri adalah kumpulan bentuk investasi terpadu yang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan investasi. Tujuan utama portofolio investasi adalah mendapatkan tingkat pengembalian yang tinggi dengan tingkat risiko yang kecil untuk memenuhi kewajiban baik kepada pemegang polis maupun untuk pertumbuhan perusahaan.

Untuk memperkecil peluang adanya risiko ekonomi perlu adanya suatu cara penanggulangan yang kemudian disebut sebagai *sistem keamanan*

finansial. Sistem keamanan finansial adalah setiap sistem ekonomi yang dibentuk terutama untuk mentransfer risiko ekonomi secara individu ke kelompok atau dari satu kelompok individu ke kelompok lain. Sistem keamanan finansial dapat diklasifikasikan dalam bentuk meminimalkan kerugian ekonomi dan sebagai mekanisme transfer (Donald *et al.*, 1986).

Variabel Random

Studi tentang variabel random yang dikenal sebagai probabilitas dan statistika bermanfaat bagi manusia dalam hubungannya dengan ketidakpastian dan memberikan banyak pemikiran terhadap berbagai sistem keamanan finansial, dengan tujuan mengurangi ketergantungan manusia terhadap ketidakpastian. Konsep distribusi probabilitas membawa kita langsung pada konsep rata-rata (mean atau mean aritmatika). Mean atau nilai ekspektasi variabel random adalah informasi penting yang memberikan kontribusi terhadap ukuran tengah distribusi probabilitas. Selain itu variasi distribusi probabilitas yang merupakan momen kedua dari distribusi sekitar mean juga sangat penting di mana variansi memberikan suatu indikasi bagaimana variabel tersebar secara luas.

Beberapa jenis variabel random yang sering terkait dengan ilmu aktuaria adalah

Pertama, Variabel random *waktu pengakhiran (time until termination)*, variabel random ini berhubungan dengan sisa usia hidup manusia, panjang periode keadaan cacat atau panjang periode pekerjaan atau waktu antara terjadinya suatu klaim dengan penyelesaian akhir.

Kelompok variabel random jenis ini dimana panjang variabel waktu dapat dipelajari melalui transformasi ke variabel lain q , di mana q adalah probabilitas bahwa status akan berakhir dalam periode waktu tertentu. Secara umum, q dikatakan tidak konstan, tergantung pada beberapa variabel waktu terkait (seperti usia atau lamanya hidup). Komplemen dari q , adalah $1 - q$, biasa disebut sebagai p , merupakan probabilitas bahwa status akan bertahan sampai akhir periode waktu. Dalam ilmu aktuaria biasanya dinotasikan sebagai ${}_t p_x$ = peluang seseorang yang berusia (x) akan bertahan hidup sampai usia $(x+t)$, sedangkan ${}_t q_x$ = peluang seseorang yang berusia (x) akan meninggal sampai usia $(x+t)$ (Elandt *et al.*, 2008).

Sebuah model matematika T_x , yang menyatakan panjang usia kehidupan manusia yang bervariasi setelah mencapai usia x , banyak digunakan oleh aktuaris yang bekerja di bidang asuransi jiwa, program untuk orang cacat, atau program pensiun (ada yang disebut dengan *dana pensiun*). Model ini sering disebut sebagai "*Tabel Mortalita*," atau disebut sebagai "tabel kehidupan".

Salah satu tujuan dari asuransi jiwa adalah menanggung kerugian dalam hal keuangan akibat terjadinya peristiwa kematian. Suatu hal yang sangat sukar untuk mengetahui kapankah seseorang akan meninggal dalam suatu jangka waktu tertentu. Namun kita dapat melihat dari suatu kelompok orang-orang dalam jumlah besar yang dalam jangka waktu tertentu dapat diamati banyaknya jumlah orang meninggal. Berdasarkan pengamatan tersebut dapat diperkirakan kerugian yang dialami oleh kelompok tersebut. Alat yang tepat dan mudah digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan mati dan hidupnya seseorang dalam jangka waktu tertentu adalah suatu daftar yang memuat kehidupan dan kematian kelompok orang-orang tersebut, yang kemudian daftar ini dinamakan.

Tabel Mortalita

Biasanya tabel menampilkan bentuk l_{x+t} , yaitu banyaknya orang hidup pada usia x yang diasumsikan masih hidup sampai usia $x+t$, dengan t mengambil semua nilai integral dari 1 sampai saat usia tua di mana banyaknya yang hidup diasumsikan 0. Pengurangan l_{x+t} dengan l_{x+t-1} menunjukkan asumsi banyaknya orang yang mati antara usia $x+t-1$ sampai $x+t$, dan inilah satu bentuk distribusi probabilitas T_x .

Serupa dengan model diatas, tetapi agak lebih rumit, yaitu model yang biasa digunakan oleh aktuaris dana pensiun berkaitan dengan dengan program pensiun yang disponsori oleh karyawan. Disini variabel bunganya adalah sisa masa kerja karyawan yang bekerja selama t tahun yang sudah dijalani pada saat usia x sampai saat sekarang usianya $x+t$ (Batten, 1978).

Kedua, Variabel random banyaknya klaim, khususnya yang berhubungan dengan banyaknya klaim yang terjadi didalam periode waktu yang ditentukan dari suatu blok asuransi yang ditetapkan. Klaim merupakan pengajuan hak yang dilakukan oleh tertanggung kepada penanggung untuk mendapatkan haknya berupa pertanggungan atas kerugian berdasarkan perjanjian atau akad yang telah dibuat, sedangkan Premi merupakan

pembayaran sejumlah uang yang dilakukan pihak tertanggung kepada penanggung untuk mengganti suatu kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan akibat timbulnya perjanjian atas pemindahan risiko dari tertanggung kepada penanggung.

Banyaknya klaim yang diajukan oleh pemegang polis merepresentasikan risiko yang sebenarnya dari pemegang polis. Oleh karena banyaknya polis dimana klaim bisa meningkat dan jarang terjadi konstan, sehingga variabel random lebih baik dinyatakan sebagai tingkat frekuensi yang didefinisikan sebagai banyaknya klaim per unit atau perubahan dari satu periode waktu ke periode waktu yang lain atau sebagai laju sesaat atau kontinyu, dan dalam analisis matematika menggunakan kalkulus. Variabel random ini juga mengenal peluang adanya klaim ganda (*multiple*) dari tertanggung tunggal dalam periode eksposur seperti misalnya dalam asuransi kesehatan, dimana seorang tertanggung dapat berpeluang melakukan klaim biaya perawatan dokter, biaya obat, maupun biaya rawat inap.

Prediksi banyaknya klaim pada periode baru dapat diperoleh berdasarkan informasi banyak klaim masa lalu, sehingga perlu dilakukan observasi berulang untuk mengetahui pola perubahan banyak klaim dari waktu ke waktu. Setiap pemegang polis diobservasi untuk beberapa periode, kemudian pada setiap periode tersebut dicatat banyaknya klaim yang dilaporkan, serta informasi terkait karakteristik pemegang polis, seperti gender pengguna, usia kendaraan, tipe kendaraan, dan jenis pertanggungan. Beberapa perusahaan asuransi menggunakan informasi tersebut sebagai rating faktor untuk penggolongan risiko. Tujuan dari penggolongan risiko dalam suatu asuransi adalah untuk menaksir penggolongan secara adil, yaitu jika risiko yang diasuransikan tinggi harus digolongkan ke dalam kelas-kelas risiko yang lebih tinggi dan sebaliknya. Sehingga besar premi yang dikenakan pada pemegang polis sesuai dengan kelas risikonya.

Ketiga, Variabel random jumlah klaim. Variabel jumlah klaim sering dinyatakan sebagai intensitas atau *severity*. Untuk beberapa jenis asuransi, distribusi jumlah klaim tidak simetris, dan secara karakteristik bentuk distribusinya mempunyai ekor (*tail*) yang kuat dan sangat *skewness*. Studi tentang karakteristik variabel jumlah klaim sangat penting dalam pertanggungjawaban aktuaria dan sering digunakan oleh aktuaris asuransi kerugian dan kesehatan. Jumlah klaim-klaim yang diajukan pemegang polis selama periode pertanggungan harus mampu ditutup dengan besar premi

yang dibayarkan oleh pemegang polis. Oleh karena itu, diperlukan prediksi banyaknya klaim yang akurat dalam perhitungan premi, agar diperoleh premi yang optimal bagi finansial perusahaan dan adil bagi pemegang polis.

Keempat, Variabel random klaim total. Jika distribusi jumlah klaim saling bebas, berdistribusi seragam dan tidak tergantung pada banyaknya klaim, maka nilai ekspektasi klaim total adalah nilai ekspektasi banyaknya klaim dikalikan dengan nilai ekspektasi jumlah klaim. Distribusi klaim total penting sebagai dasar dalam teori risiko, teori kebangkrutan dan reasuransi *stop-loss*.

Studi tentang distribusi klaim total dari paparan yang diberikan, telah menjadi salah satu spesialisasi bidang aktuaria yang lebih kompleks. Setidaknya dua model matematik telah dikembangkan, salah satunya adalah model risiko individu, dan lainnya adalah model kolektif. Penyelesaian melalui simulasi kedua model sangat bergantung pada bantuan komputer berkecepatan tinggi untuk mendapatkan hasil yang sangat praktis dibantu dengan pendekatan teori risiko agregat (Hogg *et al.*, 2004).

Kelima, Variabel random tingkat bunga. Tingkat bunga berbeda-beda baik dari waktu ke waktu, karena tingkat keamanan risiko maupun karena batas waktu pinjaman yang berbeda-beda.

Banyak perhitungan aktuaria yang deterministik didasarkan pada nilai ekspektasi dan mengestimasi mean dan distribusi probabilitas, merupakan fungsi penting yang digunakan oleh para aktuaris dengan menggunakan data yang terbaik. Studi mortalitas untuk memperoleh hasil yang memuaskan membutuhkan jumlah kelompok data yang besar yang biasanya diperoleh dari catatan perusahaan asuransi jiwa atau dari catatan kematian di pemerintahan yang dikombinasikan dengan sensus secara periodik.

Secara histori para aktuaris telah menggunakan model-model deterministik dalam menangani *time value of money*, namun bukan berarti mereka tidak memperhatikan variasi tingkat bunga, tetapi karena kurangnya pengetahuan mereka tentang kompleksitasnya variasi tingkat bunga. Para aktuaris dari Amerika Utara mungkin kurang mengakomodasi terhadap perkembangan pengetahuan ini dibandingkan dengan para aktuaris Eropa, atau dibandingkan dengan para peneliti bidang ekonomi dan keuangan. Dengan perkembangan teknologi komputer, maka dapat dibuat dengan mudah berbagai pemodelan mengenai variasi tingkat bunga. Kemunculan teknologi tersebut langsung mengakibatkan pengetahuan dan minat terhadap ilmu aktuaria diharapkan berkembang dengan pesat.

Nilai Ekspektasi

Nilai harapan dari setiap variabel random adalah momen pertama dari mean. Secara ideal aktuaris bekerja dengan sampel besar, dan cukup meyakini bahwa mean sampelnya sudah merupakan estimasi yang baik dari mean seluruh populasi tetapi dalam prakteknya, keadaannya sering kali berbeda.

Secara historis, para aktuaris yang terdahulu telah menggunakan nilai-nilai ekspektasi terbaik yang pada umumnya banyak digunakan dalam perhitungan aktuarial, namun mereka lebih banyak menggunakan pola deterministik daripada stokastik. Fungsi yang sangat penting dari kinerja para aktuaris adalah mengestimasi berbagai distribusi probabilitas, dengan menggunakan data terbaik yang tersedia. (Buku-buku teks yang baru tentang ilmu aktuarial lebih menekankan variansi dari fungsi-fungsi berdasarkan *tabel mortalita*). Dimana probabilitas distribusi tidak simetris, momen kedua (variansi) dan momen ketiga (*skewness*) yang besar harus dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan bisnis karena kemungkinan hasilnya berbeda nyata dari yang diharapkan. Para aktuaris khususnya dibidang asuransi kerugian dan kesehatan, harus dihadapkan dengan distribusi yang sulit (Ross, 1998).

ILMU AKTUARIA DALAM KAITANNYA DENGAN KEMATIAN MANUSIA

Aktuaris asuransi jiwa dan program pensiun selalu memiliki minat khusus dalam pengembangan dan pembangunan tabel Mortalita/kematian. Tabel mortalita pada awalnya telah diperkenalkan oleh Edmund Halley, yaitu seorang ahli matematika yang lebih dikenal sebagai seorang astronom, dimana pada 1693 telah menerbitkan apa yang kemudian dikenal sebagai *Breslau Table*, dimana *Breslau Table* berdasarkan pada catatan kelahiran dan kematian di suatu kota Breslau di Eropa yang kemudian digunakan sebagai nama tabel itu. Di antara banyak tabel yang telah dirancang, satu yang terbesar pertama yang dibuat berdasarkan data asuransi di Amerika Utara yaitu *Experience American Table*, yang diterbitkan pada tahun 1868.

Studi tentang mortalitas (kematian) yang ingin menghasilkan hasil memuaskan akan membutuhkan pengumpulan sejumlah besar data, biasanya data diperoleh dari catatan perusahaan-perusahaan asuransi jiwa, atau dari data kematian penduduk dari pemerintah dikombinasikan dengan

sensus secara periodik. Metode dimana data kematian dapat dikompilasi adalah salah satu mata pelajaran yang dipelajari oleh para aktuaris asuransi jiwa. Metode lain adalah menggunakan data mentah, kemudian diperhalus seperti yang diinginkan untuk menjadi produk akhir, sementara karakteristik dasar pengamatan masih tetap digunakan.

Para Aktuaris asuransi jiwa juga telah tertarik dalam mencari formula matematika untuk menyatakan laju kematian. Yang pertama mengawali pekerjaan ini dilakukan oleh de Moivre pada 1729, kemudian dilanjutkan oleh Gompertz pada tahun 1825, dan 35 tahun kemudian disempurnakan oleh Makeham, dimana akhirnya formula Makeham-lah yang paling banyak digunakan. Penggunaan formula Makeham tersebut hanya mencakup pada aset dengan tingkat suku bunga pengembalian dan tingkat suku bunga valuasi yang konstan. Formula yang lebih umum dari formula Makeham sangat dibutuhkan agar dapat diterapkan untuk kasus investasi berupa pinjaman perusahaan dengan tingkat suku bunga pengembalian dan tingkat suku bunga valuasi berfluktuasi secara periodik dan fluktuasi tersebut akan berpengaruh kuat terhadap nilai sekarang dari komponen bunga, dan pada akhirnya juga akan berpengaruh kuat terhadap nilai sekarang dari aliran arus kas dan nilai sekarang bersih (*Net Present Value*). Selanjutnya tingkat suku bunga kupon obligasi dapat digantikan dengan tingkat suku bunga pengembalian pinjaman dan selisih antara pelunasan dan nilai sekarang dari pelunasan obligasi digantikan dengan selisih antara jumlah yang dipinjamkan dan nilai sekarang dari pembayaran pokok (Kellison, 2009). Dengan menggeneralisasikan formula Makeham, maka hubungan yang penting antara nilai aset, keseluruhan bunga dan profitabilitas ekonomi berlaku untuk investasi berupa pinjaman, sehingga dapat ditentukan seberapa besar profitabilitas ekonomi dari investasi berupa pinjaman perusahaan dan pada akhirnya seorang manajer keuangan dari suatu perusahaan yang mempunyai kelebihan dana dan akan menginvestasikan dana tersebut dalam bentuk pinjaman kepada perusahaan lain yang sedang membutuhkan kucuran dana dapat mengambil keputusan yang benar dalam memilih investasi yang akan memberikan keuntungan optimal bagi perusahaannya dari berbagai macam alternatif investasi berupa pinjaman yang ditawarkan (Trowbridge, 2000).

Konsep Kredibilitas

Ketidakpastian beserta risikonya merupakan sesuatu yang tidak dapat diabaikan dan harus ditanggulangi, artinya kita berusaha untuk meminimumkan ketidakpastian agar kerugian yang ditimbulkan dapat dihilangkan atau paling tidak diminimumkan. Salah satu cara untuk menanggulangi risiko melalui pembiayaan adalah dengan mengasuransikan suatu risiko kepada perusahaan asuransi. Asuransi artinya transaksi pertanggungan yang melibatkan dua pihak, yaitu tertanggung (*insured*) dan penanggung (*insurer*). Penanggung menjamin pihak tertanggung, bahwa ia akan mendapatkan penggantian terhadap suatu kerugian yang mungkin akan diderita, sebagai akibat dari suatu peristiwa yang semula belum tentu akan terjadi atau yang semula belum dapat ditentukan saat atau kapan terjadi. Sebagai kontra prestasi, tertanggung diwajibkan membayar sejumlah uang kepada penanggung sebesar sekian persen dari nilai pertanggungan yang biasa disebut premi. Pekerjaan menghitung premi pada asuransi adalah merupakan fungsi yang sangat penting. Dalam perusahaan asuransi ada bagian tersendiri untuk menghitung premi, yaitu bagian aktuaria.

Aktuaris menggunakan pengamatan-pengamatan dari kejadian yang terjadi di masa lampau untuk memprediksi biaya-biaya di masa depan. Teori kredibilitas adalah proses pembuatan tarif premi oleh aktuaris untuk melakukan penyesuaian di masa depan menurut pengalaman masa lampau. Permasalahan yang muncul dalam praktek asuransi adalah menggunakan pengalaman untuk menentukan premi di masa yang akan datang, dengan menghitung bukan hanya pengalaman individual saja tetapi juga pengalaman kolektif. Hal ini menimbulkan dua kemungkinan besar, yaitu membebani premi yang sama kepada setiap orang, yang diduga dengan rata-rata keseluruhan data.

Kredibilitas adalah contoh dari suatu estimasi statistik yang dihasilkan melalui penggunaan rumus-rumus statistik atau model-model statistik yang didasarkan pada pendekatan statistik atau paradigma statistik. Ada dua paradigma statistik yaitu paradigma klasik dan paradigma Bayesian. Dalam paradigma klasik, peluang suatu kejadian didasarkan pada frekuensi relatif yaitu semua informasi prior dan/atau informasi kolateral diabaikan. Beberapa cara penting yang merupakan kunci untuk mengkonstruksi paradigma klasik adalah Lemma Neyman - Pearson, uji hipotesis statistik, interval kepercayaan dan estimasi tak bias.

Sedang dalam paradigma Bayesian peluang suatu kejadian diperlakukan sebagai suatu ukuran kepercayaan yang rasional. Disini paradigma Bayesian didasarkan pada peluang-peluang subyektif dan melibatkan penggunaan teorema Bayes, dimana informasi prior dan/atau kolateral digabung secara eksplisit kedalam model melalui distribusi prior atau likelihood. Beberapa kunci untuk mengkonstruksi paradigma Bayesian adalah teorema Bayes itu sendiri, peluang bersyarat, distribusi prior, distribusi prediktif dan distribusi posterior.

Model kredibilitas didesain untuk mengatasi heterogenitas dan memberikan estimasi yang baik untuk premi risiko individu yaitu memberikan karakterisasi heterogenitas dengan memperkenalkan parameter risiko θ . Sehingga untuk suatu kontrak individu kita menganggap distribusi besarnya klaim X bergantung pada nilai parameter risiko θ . Variansi risiko terkomposisi dari variansi mean bersyarat $E[X | \theta]$ (diantara variansi) dan nilai ekspektasi $Var(X | \theta)$ (dalam variansi).

Teori kredibilitas adalah suatu teknik menilai perilaku klaim guna menetapkan premi asuransi terhadap kontrak-kontrak portofolio yang lebih bersifat heterogen. Disini teori kredibilitas diperlukan untuk mengatur premi asuransi dan meningkatkan keakurasiannya.

Beberapa pendekatan dalam teori kredibilitas, antara lain telah disepakati adanya suatu estimator C yang dihitung melalui hubungan

$$C = ZR + (1-Z)H$$

dimana R adalah rata-rata observasi terakhir, H adalah rata-rata prior dan Z adalah faktor kredibilitas dimana $0 \leq Z \leq 1$. Formulasi yang memasukkan konsep data prior merupakan paradigma Bayesian.

Terdapat tiga pendekatan besar dalam kredibilitas yaitu fluktuasi terbatas (*limited fluctuation*), akurasi tertinggi (*greatest accuracy*) dan Bayesian. Dua pendekatan pertama termasuk paradigma klasik, karena tak ada satupun dari dua pendekatan tersebut yang membutuhkan informasi prior untuk menghitung faktor kredibilitas Z atau estimasi C (Herzog, 1999).

Nilai Waktu dari Uang (*Time Value of Money*)

Disini tidak akan dijelaskan secara komprehensif dengan berbagai teori tingkat bunga, tetapi hanya akan menguraikan dua bagian teori yang paling banyak digunakan. Yang pertama disebut sebagai *pemilihan waktu*; yang kedua sebagai *produktivitas modal*.

Pertama *pemilihan waktu*. Dalam ukuran besar, *Waktu yang bernilai uang* muncul dari pilihan alami manusia untuk sesuatu yang dipunyai sampai pada masa yang akan datang, misalnya uang. Banyak orang yang melihat pendapatan mereka saat ini tidak cukup meningkat, atau pengeluaran mereka berlebihan sehingga, merupakan alasan yang tepat untuk membawa pendapatan masa depan bisa diperoleh di masa sekarang, yang diharapkan melalui kredit konsumen atau pinjaman lainnya.

Kedua, *produktivitas modal*. Preferensi yang kuat terhadap uang ini mungkin cukup dalam diri individu untuk menjelaskan mengapa terjadi kredit konsumen, misalnya alasan mengapa individu meminjam untuk membiayai rumah atau untuk membeli mobil. Usaha besar atau kecil membutuhkan barang modal meskipun mereka dalam keadaan serba kecukupan. Seorang pedagang kecil tidak bisa menjual barang dagangan tidak ia miliki. Seorang petani harus menanam dan membudidayakan tanaman sebelum ia bisa membawanya ke pasar. Pedagang kecil perlu tempat bisnis dan persediaan, dan petani perlu benih, pupuk, dan mesin, yang kesemuanya merupakan barang modal yang dikombinasikan dengan tenaga kerja, sehingga menghasilkan pendapatan usaha.

Penjelasan produktivitas modal, meskipun agak berbeda dengan *Nilai Waktu dari Uang*, namun tidak berarti teorinya berlawanan dengan teori preferensi waktu. Kedua alasan tersebut saling meningkatkan dan memperkuat satu sama lain. Dengan pertimbangan produktivitas modal, *Nilai Waktu dari Uang* mempunyai makna lebih umum (untuk kepentingan yang lebih besar) daripada untuk kepentingan individu. *Nilai Waktu dari Uang* sering diukur dengan pendapatan dimana modal dapat menghasilkan, termasuk keuntungan bisnis, dividen pada saham biasa, dan bentuk lain dari pendapatan investasi tidak langsung yang berhubungan dengan hutang. Lebih umum lagi, bahkan uang yang menganggur memiliki nilai waktu (*time value*), dalam hal ini terkait dengan *biaya kesempatan*, *biaya pemegang/pengelolaan* uang menganggur.

Aspek ketiga dari *Nilai Waktu dari Uang* sebagai perluasan dari kedua aspek diatas, adalah aspek hari depan yang tak menentu. Pemilihan waktu dipengaruhi oleh ketidakmampuan untuk melihat masa depan dengan jelas.

Manusia cenderung enggan berisiko, dan takut apa yang tidak bisa mereka prediksi. Mereka secara rasional cenderung untuk dapat menghabiskan dengan pengeluaran yang mudah sambil membayangkan cara di mana uang dapat kehilangan nilainya. Mereka cenderung menyimpan uang kemungkinan khawatir tentang keamanan terhadap dana yang mereka investasikan, atau menunda daya beli untuk masa depan.

Apakah ketidakpastian masa depan adalah alasan ketiga untuk *Nilai Waktu dari Uang*, atau dipandang lebih baik sebagai pengaruh yang mengakibatkan ukuran atau besarnya nilai uang saat ini, namun kemungkinan juga merupakan alasan yang tidak penting.

Tingkat suku bunga. Hal ini bisa menjadi penjelasan tentang bagaimana suku bunga positif itu ada, mengapa dan bagaimana suku bunga bervariasi dari waktu ke waktu dan dari satu tempat dan tempat lainnya. Untuk menganalisis perilaku suku bunga, diperlukan perhitungan dengan pertimbangan moneter.

Suku bunga mencerminkan lamanya waktu uang yang dipinjamkan, peminjaman kredit, legalitas dan kekakuan pasar tertentu. Biasanya ada spread antara individu bisa menabung dengan individu yang harus membayar ketika meminjam, sehingga seorang individu mungkin memiliki "nilai waktu" berbeda, tergantung pada apakah individu tersebut sebagai peminjam atau pemberi pinjaman.

Hubungan Aktuaris dengan Nilai Waktu dari Uang

Keunikan bahwa setiap profesi aktuaris boleh menentukan klaim dengan tidak berdasarkan pada *Nilai Waktu dari Uang*. Meski begitu, minat aktuaris dalam *Nilai Waktu dari Uang* lebih intens, dan pemahamannya lebih mendalam, dari pada profesi lain yang biasanya menjalankan bisnis biasa. Ada dua alasan mengenai hubungan khusus antar aktuaris dengan konsep *Waktu yang bernilai uang* yang diminatinya.

Pertama, aktuaris berasal dari latar belakang matematika. Persyaratan menjadi profesi aktuaris harus mengikuti pelatihan profesional untuk menjadikan aktuaris terampil dalam praktek matematika keuangan. Banyak tabel yang dibentuk agar aktuaris mudah dalam menjalankan praktek pekerjaannya.

Kedua, dan lebih penting, sistem keuangan yang dipelajari di bidang studi dari profesi aktuaris cenderung menjadikannya profesi yang berbeda, dimana konsep *Nilai Waktu dari Uang* membuat perbedaan yang nyata

antara profesi aktuaris dengan profesi lainnya dalam bidang keuangan, misalnya akuntan. Aktuaris bekerja sebelum hasil suatu produk keuangan diluncurkan, sedang akuntan bekerja mengaudit bagaimana hasil implementasi produk-produk keuangan dilapangan.

Profesi aktuaris membuat penggunaan konsep "nilai sekarang," menjadi sangat luas di mana arus uang "didiskonto" - yaitu, dinilai dalam kerangka waktu sekarang dengan memperhatikan secara eksplisit *Nilai Waktu dari Uang*. Oleh sebab itu, rumus dasar untuk nilai sekarang dari dana sebesar 1 selama t tahun adalah $(1+i)^{-t}$, di mana i adalah suku bunga efektif tahunan. Nilai sekarang sering melibatkan diskonto untuk faktor-faktor lain tapi diakui bahwa *Nilai Waktu dari Uang*, adalah salah satu alat paling penting yang digunakan para aktuaris. Yang penting adalah bahwa konsep nilai sekarang telah teruji sesuai berjalannya waktu, antara lain terus menjadi salah satu ide yang paling dasar yang digunakan aktuaris.

Aktuaris yang kurang berpengalaman mungkin cenderung hanya mengambil asumsi tentang *Nilai Waktu dari Uang* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dan kurang memperhatikan terhadap kelayakan asumsi suku bunga. Aktuaris harus belajar membedakan antara bunga kotor dan bersih, sebelum pajak dan setelah pajak, suku bunga nominal, efektif, dan "riil", serta tingkat pengembalian internal. Aktuaris memperoleh pengetahuan tentang kurva yield, yaitu hubungan antara suku bunga untuk periode waktu yang berbeda. Aktuaris harus sadar bahwa setiap suku bunga yang spesifik memiliki komponen dasar untuk pemilihan waktu, dan komponen tambahan pada peluang kegagalan dan ekspektasi inflasi. Dia harus faham bahwa perubahan suku bunga dapat mempengaruhi aktiva dan perbedaan kewajiban perusahaan.

Jadi konsep *Nilai Waktu dari Uang* sangat penting dalam ilmu aktuaria. Para aktuaris menggunakan konsep ini bersama-sama dengan konsep variabel random/probabilitas dalam perhitungan nilai sekarang aktuarial (*Actuarial Present Value*) (McCutcheon *et al.*, 1996).

Salah satu penerapan ilmu aktuaria yang sering kita lihat di masyarakat adalah bidang asuransi. Ada dua model asuransi yang kita kenal yaitu model asuransi individu dan model asuransi kumpulan. Pada era milenium, perkembangan kesadaran masyarakat perkotaan terhadap kebutuhan keikutsertaan dalam program penjaminan risiko atau asuransi mulai meningkat.

Asuransi dalam Undang-Undang No. 2 Th 1992 tentang usaha perasuransian adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung, dengan menerima premi asuransi, untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan atau tanggung jawab hukum pihak ke tiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan. Badan yang menyalurkan risiko disebut "tertanggung", dan badan yang menerima risiko disebut "penanggung". Perjanjian antara kedua badan ini disebut *kebijakan*: ini adalah sebuah kontrak legal yang menjelaskan setiap istilah dan kondisi yang dilindungi. Biaya yang dibayar oleh "tertanggung" kepada "penanggung" untuk risiko yang ditanggung disebut "premi". Ini biasanya ditentukan oleh "penanggung" untuk dana yang bisa diklaim pada masa depan, biaya administratif, dan keuntungan.

Penanggung menggunakan ilmu aktuaria untuk menghitung risiko yang mereka perkirakan. Ilmu aktuaria menggunakan matematika, terutama statistika dan probabilitas, yang dapat digunakan untuk melindungi risiko untuk memperkirakan klaim di kemudian hari dengan ketepatan yang dapat diandalkan.

Dalam dunia asuransi ada 6 macam prinsip dasar yang harus dipenuhi, yaitu:

a. *Insurable interest*

Hak untuk mengasuransikan, yang timbul dari suatu hubungan keuangan, antara tertanggung dengan yang diasuransikan dan diakui secara hukum.

b. *Utmost good faith*

Suatu tindakan untuk mengungkapkan secara akurat dan lengkap, semua fakta yang material (*material fact*) mengenai sesuatu yang akan diasuransikan baik diminta maupun tidak. Artinya adalah: si penanggung harus dengan jujur menerangkan dengan jelas segala sesuatu tentang luasnya syarat/kondisi dari asuransi dan si tertanggung juga harus memberikan keterangan yang jelas dan benar atas objek atau kepentingan yang dipertanggungkan.

c. *Proximate cause*

Suatu penyebab aktif, efisien yang menimbulkan rantai kejadian yang menimbulkan suatu akibat tanpa adanya intervensi suatu yang mulai dan secara aktif dari sumber yang baru dan independen.

d. *Indemnity*

Suatu mekanisme di mana penanggung menyediakan kompensasi finansial dalam upayanya menempatkan tertanggung dalam posisi keuangan yang ia miliki sesaat sebelum terjadinya kerugian (KUHD Pasal 252, 253 dan dipertegas dalam Pasal 278).

MODEL ASURANSI INDIVIDU

Di dalam banyak disiplin ilmu, penyederhanaan suatu model dari suatu realitas yang kompleks sangat membantu kita dalam mengambil keputusan. Model yang telah disusun dengan baik menjadi suatu alat yang penting dan berguna dalam mempelajari sistem yang kompleks, seperti misalnya peta untuk ahli geografi, model-model konstruksi untuk para arsitek dan juga model-model yang berbentuk konseptual seperti model matematika.

Model matematika dari sistem keamanan finansial (*financial security system*) merupakan alat yang penting dari ilmu aktuaria. Sistem keamanan finansial dapat dimodelkan dalam aliran dana (cash flow) yaitu suatu aliran ke dalam sistem atau *aliran penerimaan (income flow)* dan yang satunya aliran dana keluar atau *aliran pengeluaran/pembayaran (disbursement flow)*.

GENERALISASI MODEL AKTUARIA UNTUK ASURANSI INDIVIDU

Aliran dana dari sistem finansial adalah berhubungan dengan saat kompleksnya pembayaran. Setiap pengeluaran dana mempunyai elemen berikut ini.

1. Waktu t , dimana pengeluaran dilakukan
2. Jumlah pengeluaran A_t

A_t bisa 0 atau bisa sejumlah tertentu lainnya atau bisa juga nilai ekspektasi dari variabel random.

3. Probabilitas pengeluaran p_t

p_t bisa mempunyai nilai 0 atau 1 atau diantaranya (menyebabkan ketidakpastian).

Aliran dana menuju sistem keamanan finansial juga berkaitan dengan masalah kompleksnya pembayaran, sehingga setiap penerimaan juga mempunyai 3 elemen yaitu waktu, jumlah (besarnya), dan probabilitas.

Untuk tidak membingungkan antara alur penerimaan dan pengeluaran maka dibedakan dengan simbol-simbol; untuk aliran penerimaan dipakai t' , A_t' , dan p_t' , sedang untuk aliran pengeluaran menggunakan notasi t , A_t , dan p_t .

Nilai sekarang aktuarial (AVP) dari aliran pengeluaran yang dibayarkan selama t tahun dirumuskan sebagai,

$$(1+i)^{-t} p_t A_t$$

Dimana $(1+i)^{-t}$ adalah faktor diskonto untuk *TVM* pada tingkat bunga i , sedang p_t adalah probabilitas bahwa pembayaran akan dilakukan pada waktu t , dan A_t adalah ekspektasi jumlah pembayaran.

Nilai sekarang aktuarial (APV) dari keseluruhan aliran pengeluaran yang akan datang terhadap individu adalah.

$$V_D = \sum (1+i)^{-t} p_t A_t$$

Sedangkan nilai sekarang (APV) dari aliran penerimaan yang akan datang adalah

$$V_I = \sum (1+i)^{-t'} p_t' A_t'$$

dimana penjumlahan semua nilai positif dari t' sehingga hasil V_I ada.

Jadi inti dari Generalisasi Model Individu adalah perbandingan nilai sekarang aktuarial dari semua aliran pengeluaran yang akan datang (V_D) terhadap nilai sekarang aktuarial dari semua aliran penerimaan yang akan datang (V_I) dimana kedua aliran tersebut berhubungan dengan individu dan peluang pembayaran yang akan dilakukan maupun *time value of money-nya* dimasukkan dalam rekening.

Perhatian utama dari Generalisasi Model Individu terletak pada perbedaan antara V_D dan V_I yang didefinisikan sebagai

$$\Delta = V_D - V_I$$

Karena Δ adalah perubahan waktu, maka Δ harus dilihat sebagai fungsi dari waktu sejak $t=0$ (t_0), selanjutnya dinotasikan dengan k , dan Δ pada saat k didefinisikan dengan

$$\Delta(k) = V_D(k) - V_I(k)$$

Persamaan ini oleh aktuaris disebut sebagai cadangan (reserve) pada saat k , yaitu kelebihan nilai sekarang pengeluaran yang akan datang terhadap nilai sekarang penerimaan yang akan datang.

Generalisasi Model Individu dikerjakan dalam dua tahap, tahap pertama $\Delta(0)$ diukur dari waktu ketika rencana individu dimulai. Penetapan 0 di sini menunjukkan suatu keseimbangan awal antara V_D dan V_I , sehingga dari sini dapat ditetapkan nilai premi perorangan A_t , dan tahap kedua adalah $\Delta(k)$ yang akan mendefinisikan nilai cadangan pada setiap k .

Model ini dapat dinyatakan dalam bentuk yang sangat general, tapi dapat dianggap khusus karena menyatakan hampir setiap sistem keamanan finansial untuk asuransi individu.

Berikut contoh yang cukup untuk menggambarkan generalisasi dari model.

MODEL ASURANSI JANGKA PENDEK

Ada bermacam-macam sistem keamanan finansial dimana kontrak-kontrak yang berkaitan dengan individu bersifat jangka pendek. Seluruh periode pengumpulan premi sebagai pendapatan berjangka pendek, sedangkan periode pengeluaran agak lebih lama, karena membutuhkan waktu untuk memutuskan dan membayar klaim. Contoh yang paling banyak dijumpai adalah pada polis-polis pada asuransi kerugian/umum yang diterbitkan untuk individu-individu, tetapi ada juga bentuk-bentuk jangka pendek pada asuransi jiwa dan kesehatan.

Contoh generalisasi model individu untuk asuransi jangka pendek

Spesialisasi pertama

- i. Waktu diukur dalam tahun sejak polis diterbitkan
- ii. Pengeluaran 0 untuk semua nilai t kecuali untuk $t = 1$
 A_t adalah nilai ekspektasi atau nilai rata-rata dari distribusi jumlah klaim, p_t adalah probabilitas saat terjadinya klaim dalam periode antara $t = 0$ sampai $t = 1$
- iii. $\text{Penerimaan} = \begin{cases} \pi & \text{untuk } t = 0 \\ 0 & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$
- iv. $\Delta(0)$ dibentuk sama dengan 0

Solusi (iv) dengan nilai π menghasilkan biaya klaim murni, atau premi untuk satu tahun (tanpa biaya provisi atau biaya *security loading*). Sebagai catatan disini bahwa klaim rata-rata dibayarkan pada akhir tahun polis.

Spesialisasi kedua

Untuk model yang sama dengan model pada spesialisasi pertama, yaitu model asuransi jangka pendek, perhatikan $\Delta(1)$ dengan polis yang sama, sesudah klaim terjadi, tetapi sebelum pembayaran klaim dilakukan. Maka nilai ekspektasi dari penerimaan yang akan datang menjadi 0, dan nilai ekspektasi pengeluaran yang akan datang menjadi

$$(1+i)^{-j} A_j$$

Dimana j menggambarkan estimasi waktu sekarang, diukur dari waktu $t = 1$, sampai klaim akan dibayar. A_j menggambarkan estimasi jumlah klaim. Hasilnya adalah

$$\Delta(1) = (1+i)^{-j} A_j$$

menjadi cadangan atau kewajiban untuk klaim yang terjadi tetapi tidak dibayarkan.

Catatan bahwa A_j tidak perlu sama dengan A_t (dari model premi) karena informasi mampu membedakan jumlah klaim yang spesifik dari seluruh rata-rata distribusi klaim.

Contoh generalisasi model individu untuk asuransi jangka panjang

Model pada kontrak-kontrak asuransi dengan kerangka waktu lebih panjang pada dasarnya sama, hanya berbeda spesifikasinya. Model seperti ini biasa digunakan pada asuransi jiwa individu, cacat tubuh karena kecelakaan, dan kesehatan serta program rencana pensiun.

Spesialisasi satu program asuransi jiwa individu (20 kali pembayaran premi asuransi seumur hidup)

i. Waktu dihitung sejak polis diterbitkan

$$\text{ii. } A_t = \begin{cases} 1 & \text{untuk } t = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots \\ 0 & \text{untuk } t \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$p_t = {}_{t-1}q_x \text{ diperoleh dari tabel mortalita}$$

$$\text{iii. } A_{t'} = \begin{cases} \pi & \text{untuk } t' = 0, 1, 2, \dots, 19 \\ 0 & \text{untuk } t \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$p_{t'} = {}_{t'}p_x \text{ diperoleh dari tabel mortalita}$$

$$\text{iv. } \Delta(0) = 0$$

Spesialisasi ini adalah peluang menyelesaikan π_x , yaitu tingkat premi bersih asuransi seumur hidup sebesar 1 dengan 20 pembayaran, klaim kematian dibayarkan pada pertengahan tahun polis kematian untuk tertanggung berusia x pada saat polis diterbitkan. Semuanya berdasarkan pada asumsi suku bunga dan asumsi tabel mortalita.

Setelah π_x ditentukan, aktuaris menggunakan model yang sama untuk menentukan tingkat premi bersih setelah k tahun terhitung sejak terbit polis, yaitu (Bowers *et al.*, 1997)

$$\Delta_k = V_D(k) - V_I(k)$$

KONSEP CADANGAN

Istilah cadangan dalam dunia perusahaan/industri biasanya diartikan sebagai suatu dana yang disisihkan untuk kemudian digunakan dalam keadaan darurat. Dalam dunia perasuransian, cadangan merupakan sejumlah uang yang didihkan (sis) dari aktivitas transaksi premi-klaim pada suatu periode tertentu. Oleh karena itu, cadangan bukan suatu aset atau bagian kekayaan perusahaan, melainkan merupakan kewajiban perusahaan

atau dengan kata lain cadangan merupakan hutang perusahaan kepada para pemegang polis. Jadi dana yang terkumpul pada perusahaan-perusahaan asuransi tersebut bukan milik mereka melainkan milik para pemegang polis. Cadangan merupakan liabilitas, sehingga sudah barang tentu berkewajiban menginvestasikan modal tersebut secara aman, sehingga cadangan diperoleh berdasarkan premi manfaat.

Dari awal perencanaan asuransi individu sampai dengan sebelum akhir masa polis, cadangan dihitung melalui generalisasi model dan biasanya cadangan adalah positif. Cadangan akan positif bilamana nilai sekarang aliran sisa pembayaran lebih besar dari nilai sekarang aliran sisa penerimaan. Cadangan yang positif adalah konsekuensi murni dari aliran penerimaan (*premi*) yang waktunya lebih awal dari aliran pembayaran (*klaim*).

Karena cadangan mempunyai banyak penerimaan, maka konsep cadangan merupakan dasar dari semua cabang ilmu aktuaria, untuk itu konsep cadangan harus dimasukkan dalam setiap konsep-konsep dasar aktuaria.

Model yang tepat untuk analisis rencana manfaat karyawan, asuransi sosial dan susunan kelompok yang mengacu pada beberapa karakteristik model individu adalah model kumpulan. (Effendi, 2012)

MODEL AKTUARIA ASURANSI KUMPULAN

Beberapa sistem keamanan keuangan mempunyai karakteristik yang perlu menggunakan model kumpulan. Keseimbangan antara penerimaan dengan pengeluaran yang akan datang tidak terlalu lama pada basis individu per individu, tetapi sudah mencakup individu kedalam kumpulan, dan mencapai keseimbangan kumpulan demi kumpulan.

Ada tiga model kumpulan dimana aktuaris menggunakannya dalam analisis program manfaat pegawai dan asuransi sosial, yaitu

Program Manfaat Pegawai

Program manfaat pegawai adalah sistem keamanan finansial yang disponsori oleh pegawai, serikat pekerja, atau dua-duanya, yang merupakan bagian remunerasi kinerja dalam bentuk manfaat selain yang diterima secara tunai. Program kompensasi pekerja awalnya dimulai pada permulaan abad 20 karena dorongan dari negara-negara berkembang yang

menyarankan adanya tanggung jawab majikan secara hukum terhadap konsekuensi finansial bagi para pekerja yang mendapat kecelakaan ataupun sakit. Program manfaat pegawai yang dikembangkan kemudian, misalnya program manfaat pegawai selama mereka hidup, cacat dan kesehatan, serta program manfaat pensiun pegawai. Program rencana pensiun, jangka waktunya cenderung relatif singkat, sesuai dengan kontrak yang disepakati antara pegawai yang bersangkutan dengan perusahaan.

Kemudian ditemukan model yang cocok dengan program manfaat pegawai jangka pendek kedalam model kumpulan.

Model Asuransi Kumpulan

Bentuk model yang paling banyak ditawarkan oleh asuransi kumpulan ini digunakan untuk memberikan kompensasi kepada para pegawai. Model ini juga cocok untuk manfaat pegawai yang pada dasarnya diatur sendiri, dimana keterlibatan perusahaan asuransi jika ada hanya terbatas pada melengkapi pelayanan administrasi.

Dalam pengaturan premi awal, penekanannya pada biaya asuransi murni unit, dimana unit yang dimaksud adalah para pegawai yang ditanggung, jumlahnya, dan daftar gajinya, bisa juga ditambahkan variabel-variabel seperti usia, jenis kelamin, pekerjaan, tanggungan, dan lain-lain. Biaya asuransi murni adalah rata-rata tertimbang dari tingkat asumsi tertanggung dan jumlah klaim untuk setiap klasifikasi, sedangkan biaya provisi, risiko dan keuntungan dapat juga ditambahkan dalam biaya tersebut.

Terakhir biasanya penyesuaian berdasarkan pengalaman actual sebelumnya, dan/atau situasi yang kompetitif. Akhirnya pembayaran premi sebagian dipotong dari gaji dan sebagian dibebankan pada pegawai itu sendiri, sesuai permintaan individu.

1. Model Rancangan Program Manfaat Pensiun

Bentuk program rancangan manfaat pegawai yang jelas tidak cocok dengan model kumpulan adalah rancangan pensiun. Disini pendapatan yang terjadi pada sistem jauh lebih awal dari pembayaran manfaat pensiun, sehingga *Waktu yang bernilai uang* memainkan peran yang sangat penting.

Ada dua bentuk rancangan manfaat pensiun yang cukup berbeda telah berevolusi, pertama bentuk kontribusi yang mempunyai karakteristik rancangan tabungan individu atau anuitas tertunda individu. Disini tidak

membutuhkan model kumpulan. Rancangan manfaat pensiun yang mempunyai karakteristik jangka panjang dari model individu jangka panjang, tetapi mempunyai karakteristik rancangan manfaat pegawai kumpulan.

Kedua, bentuk dari biaya aktuarial agregat yang bermacam-macam, saldo antara nilai sekarang pengeluaran yang akan datang dengan nilai sekarang pendapatan yang akan datang hanya digunakan untuk semua tertanggung saat ini, tidak bisa digunakan secara individual.

Disini asumsi para aktuaris dibutuhkan dalam perhitungan jenis rancangan manfaat pensiun, tidak hanya terhadap mortalitas, pengunduran diri, cacat, dan penarikan dana pegawai, tetapi juga terhadap variabel-variabel ekonomi seperti penghasilan/upah yang meningkat, serta harga-harga karena pengaruh inflasi. Tingkat pengembalian investasi, khususnya interaksi antara variabel ekonomi utama dengan variabel ekonomi lainnya memainkan peran yang sangat penting. Dalam model kumpulan, penghitungan manfaat pensiun hanya untuk pegawai yang aktif atau mantan pegawai yang masih mempunyai sisa manfaat (Doran *et al.*, 1988).

2. Model Asuransi Sosial

Aktuaris yang menangani asuransi sosial, harus belajar ilmu demografi dan menggunakan teknik-teknik demografi terhadap proyek-proyek yang menanggung risiko suatu populasi. Diantara asumsi yang diperlukan terhadap aspek-aspek demografi adalah proyeksi terhadap tingkat mortalitas, tingkat penderita cacat, tingkat kelahiran, tingkat perkawinan dan perceraian.

Asumsi ekonomi diperlukan karena manfaat disesuaikan dengan upah dan inflasi, diantaranya inflasi upah, harga, pengeluaran untuk medis, dan pengangguran. Kebutuhan lain terhadap asumsi adalah untuk memilih individu terutama saat mereka menggunakan waktu dalam menggunakan manfaat pensiun, dan sejauh mana nantinya mereka bisa mengerjakannya.

Model asuransi sosial tidak menggunakan teknik-teknik dalam model individu, seluruhnya open – ended dan banyak mengambil dari karakteristik demografi dan proyeksi ekonomi kedepan (Andrew *et al.*, 1987).

Untuk berbagai tujuan dan dalam berbagai bentuk, masyarakat modern merasa adanya keharusan untuk membangun pengelompokan atau klasifikasi. Bentuk klasifikasi tenaga kerja berdasarkan usia, jenis kelamin, dan pekerjaan, banyaknya populasi dengan tempat tinggal, dan mengakui adanya perbedaan agama, asal negara, dan kelas sosial-ekonomi.

Pendidikan anak dengan menggunakan sistem klasifikasi sebagian besar didasarkan pada usia kronologis, meskipun dapat juga dipisahkan yang cacat, yang lambat belajar, atau berbakat melalui konsep "pendidikan khusus." Dalam hukum pidana, kita membedakan tindak pidana berat dari pelanggaran ringan, dan mengklasifikasikannya untuk tujuan sistem keadilan yang rasional.

Bentuk-bentuk klasifikasi dalam sistem keamanan keuangan, paling banyak diminati oleh para aktuaris. Kategori atau kelas mana individu akan diurutkan, biasanya selalu untuk tujuan penetapan harga, dan ini merupakan merupakan sistem klasifikasi. Proses dimana sistem keamanan keuangan menentukan kategori yang sesuai untuk setiap individu dipandang sebagai seleksi. Kecenderungan individu untuk mengeksploitasi, atau menentang klasifikasi dan seleksi disebut antiselection. Interaksi konstan antara kekuatan yang selektif dengan antiselektif melekat dalam sistem keamanan keuangan.

KESERAGAMAN RISIKO

Pentingnya konsep keseragaman dipakai untuk klasifikasi dalam sistem keamanan finansial, seperti yang ditunjukkan dengan hipotetis berikut: Asumsikan bahwa manfaat asuransi sebesar A yang harus dibayar atas terjadinya peristiwa random didesain sebagai harga (premium) didasarkan pada asumsi bahwa probabilitas peristiwa ini terjadi adalah q . Nilai q telah diestimasi dengan mengamati jumlah kejadian dan yang bukan-kejadian dalam sampel besar dari populasi yang potensial.

Selanjutnya asumsikan bahwa populasi benar-benar terhindar dari risiko karena diasuransikan terhadap kejadian, dan bahwa untuk setiap individu q estimasi terhadap probabilitas risiko kecil. Dengan kondisi itu nampaknya pembeli akan ditemukan, dan penawaran produk asuransi akan berhasil, meskipun harga harus jauh lebih dari nilai ekspektasi klaim, misalnya Aq .

Tapi sekarang tinggalkan asumsi terakhir di atas, sebagai gantinya asumsikan bahwa probabilitas untuk dua (atau lebih) sub-kelompok dalam populasi mungkin tidak sama. Selanjutnya proporsi q adalah bukan probabilitas benar yang berdasarkan data homogen, tetapi pengganti campuran dari dua (atau lebih) probabilitas sub-kelompok. Untuk beberapa sub-kelompok, probabilitasnya lebih besar dari q , untuk kelompok lain probabilitasnya kurang dari q .

Tabel kematian yang diterbitkan oleh Pemerintah AS dari data sensus telah lama menunjukkan bahwa laki-laki mengalami tingkat kematian lebih tinggi daripada perempuan, dan bahwa perbedaan keduanya besar dan berkembang. Meskipun bukti lain bahwa keunggulan perempuan terhadap peluang kematian, industri asuransi jiwa lambat untuk mengadopsi gender sebagai variabel klasifikasi. Untuk beberapa waktu dengan berbagai alasan tarif asuransi jiwa perempuan tidak lebih rendah dari laki-laki, meskipun alasan sebenarnya mungkin bahwa perempuan sangat sedikit membeli asuransi. Penggunaan pertama dari tabel mortalitas perbedaan jenis kelamin untuk tujuan penawaran harga anuitas dan opsi pendapatan hidup, di mana risiko perempuan mendominasi. Dalam prakteknya, setelah Tabel Mortalitas mengalami beberapa penyempurnaan dan menyesuaikan dengan perkembangan jaman, tarif asuransi jiwa antara laki-laki dan perempuan tidak jauh berbeda (*American Academy of Actuaries*, 1980).

PENERIMAAN PUBLIK

Pemerintah melalui lembaga yang disebut Otoritas Jasa Keuangan (OJK) telah memberikan regulasi terhadap bisnis asuransi, tanggung jawab untuk melihat bahwa harga pertanggungan tersebut sesuai dan tidak terlalu tinggi. Karena prinsip keseragaman risiko kadang-kadang bertentangan langsung dengan persepsi publik tentang keadilan atau hukum, maka sistem klasifikasi yang digunakan oleh organisasi asuransi mendapat kritik dan protes.

Masalah penerimaan publik yang sulit terutama ketika dalam bisnis asuransi terdapat diskriminasi yang jelas-jelas hanya melindungi terhadap kelompok masyarakat perkotaan tertentu. Hal ini perlu disosialisasikan kepada masyarakat pengguna, misalnya kenapa di kota-kota besar biaya premi asuransi untuk mobil lebih mahal begitu juga untuk asuransi rumah tinggal.

Uraian di atas memberi gambaran tentang konsep dasar penggunaan matematika dalam ilmu aktuaria dan implementasi ilmu aktuaria dalam masyarakat terutama masyarakat perkotaan. Ciri-ciri masyarakat perkotaan dan pergeseran sifat mereka yang lebih menuju ke sifat individualis atau perseorangan sangat membutuhkan kenyamanan dan keamanan baik dari materiil maupun non materiil. Penerapan ilmu aktuaria merupakan jawaban terhadap kebutuhan masyarakat perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Academy of Actuaries . (1980) . Risk Classification Statement of Principles.
- Andrews, G.H., & John, A.B. (1987). *Actuarial Projections for the Old-Age, Survivors, and Disability Insurance Program of Social security in USA*. USA : Itasca III AERF.
- Bowers, Newton. L. Jr. et all. (1997). *Actuarial Mathematics*. USA : Society of Actuaries.
- Batten, Robert. W. (1978). *Mortality Table Counstruction*. Michigan University : Prentice Hall, Inc.
- Djojosugito, R.A. (2006). *Introduction to The Society of Actuaries of Indonesia*. Paris : International Actuarial Assosiation Meetings.
- Donald, A.J., & Cecil, J.N. (1986). *The Economics of Insurance. Ch. 1 in Actuarial Mathematics*. USA : Itasca III.Society of Actuaries.
- Doran, P.A., Kenneth, D.M., & William, A.R. (1988). *Measuring and Funding Corporate Liabilities for Retire Health Benefits*. Washington: Employee Benefit Research Intitute.
- Effendi. A.R., & Rakhman. A. (2012). *Matematika Aktuaria*. Tangerang Selatan. Universitas Terbuka.
- Elandt, Johnson. et all. (1986). *Survival Models and Data Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- Herzog, Thomas, N. (1999). *Introduction to CredibilityTheory*. 3 rd (Ed). ACTEX Publication, Inc.
- Hogg, R. V. & Stuart. A. K. (1984). *Loss Distribution*, New York: John Wiley and Sons.
- Kellison. G., & Stephen.V. (2009). *Theory of Interest*, 3rd (Ed). USA : Mc Graw Hill Book Company.
- McCutcheon, J.J., & W.F. Scott. (1996). *An Introduction to the Mathematics of Finance*. London: Heinemann.

- Ross. S.A. (1998). *First Course in Probability*. 5 (Ed). New Jersey : Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Simon. L. J. (1980). *The Negative Binomial and the Poisson Distributions Compared. Proceedings of Casualty Actuarial Science*, 20-24.
- Trowbridge. C.L. (2000). *Fundamental Cocepts of Actuarial Science*. Actuarial Education and Research Fund (AERF).